

Рис. 4. Распределение температуры масла и скорости воздуха в ТОС: 1 – температура масла первого хода, 2 – температура масла второго хода, 3 – скорость воздуха во втором ходу, 4 – скорость воздуха в первом ходу

идет более интенсивно, и кривые температуры становятся более крутыми (рис. 4). На начальном и конечном участке ТОС, где имеют место застойные зоны, а также участке между вентиляторами масло практически не охлаждается. Из процесса активного теплообмена исключается до 25 % трубной поверхности. Это значительно снижает эффективность работы АВОм, а при повышенных температурах охлаждающего воздуха в летний период эксплуатации может стать причиной недостаточного охлаждения масла.

Результаты моделирования показали, что существует необходимость дополнительной аэродинамической отработки конструкции АВОм. Одним из возможных ее направлений является включение в конструкцию ТА специального направляющего аппарата, позволяющего выровнять поток воздуха перед трубным пучком. Оработка формы и расположения такого направляющего аппарата может быть достаточно корректно проведена на полученной модели.

Библиографический список

1. Крюков Н.П. Аппараты воздушного охлаждения. М.: Химия, 1983.
2. Основы расчета и проектирования теплообменников воздушного охлаждения: Справочник / А.Н. Бессонный, Г. А. Дрейцер, В. Б. Кунтыш и др.; под общ. ред. В.Б. Кунтыша, А.Н. Бессонного. СПб.: Недра, 1996. С. 479.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ОСОБЕННОСТИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА АЛЮМИНИЯ

*Николаев А.Ю., Письмак В.Н., Лебедев В.А.
УрФУ, E-mail: mlm@mail.ustu.ru*

Использование натриевых и калиевых электролитов с криолитовым отношением около единицы позволяют снизить температуру электролиза алюминия с 950 °С до 750 °С. Это позволяет повысить выход по энергии с 25 % до 50 % за счет снижения затрат электроэнергии на поддержание электролита в расплавленном состоянии. Однако применение таких электролитов имеет и недостатки, основными из которых являются снижение электропроводности электролита, растворимости и скорости растворения глинозема.

Первый недостаток может быть решен введением в электролит алюминиевых электролизеров добавок соединений лития (Li_2CO_3 , LiF), улучшающих электропроводность электролита. Так, добавка 1,5 % карбоната лития в электролит приводит увеличению электропроводности электролита на 3 %. В качестве добавки к электролиту в промышленности используется, в основном, карбонат лития. Существенными недостатками введения в электролит чистых соединений лития являются повышенная нестабильность содержания LiF в электролите, большая вероятность местных пересыщений, приводящая к выделению глинозёма из электролита в осадок, особенно при его ограниченной растворимости. Кроме того, установлено, что при питании ванн литийсодержащим глинозёмом либо засыпкой карбоната лития на корку электролита потери лития за счёт пылеуноса составляют от 10...15 % до 30...35 % соответственно. Более рациональны способы ввода добавок в смеси с непрерывно расходуемыми при электролизе материалами.

В Китае, начиная с 1987 г., были проведены промышленные испытания углеродистых анодов, содержащих Li_2CO_3 [1]. Было установлено, что среднее напряжение электролизера серии было уменьшено на 50...63 мВ, выход по току был увеличен на 0,54 %. К концу 1991 г. работало приблизительно 2000 электролизеров на 16 алюминиевых заводах Китая, использующих анодную массу, содержащую литиевые соли. В результате было сэкономлено 50 млн. кВт·ч электрической энергии в год.

Для проверки этих данных было проведено настоящее исследование. Аноды, используемые при эксперименте, были приготовлены из анодной массы ОАО «БАЗ-СУАЛ», содержащей 75 % кокса и 25 % пека. В анодную массу добавляли 0,5 либо 1 % масс. карбоната лития и тщательно перемешивали. Также для сравнения был изготовлен нелегированный анод.

Целью эксперимента было изучение поведения анодов легированных карбонатом лития в процессе электролиза, измерение анодной поляризации и сравнение полученных данных для анодов легированных разным количеством карбоната лития. Электролиз проводился в криолит-глиноземном расплаве с $\text{K.O.} = 2,6$, содержащим 4,5 % CaF_2 ; 4 % MgF_2 ; 8 % Al_2O_3 ; 2 % LiF при температуре 950 °С. На основе полученных данных построена зависимость η_a от $\lg i$, отображающая поляризацию угольного анода, рис. 1.

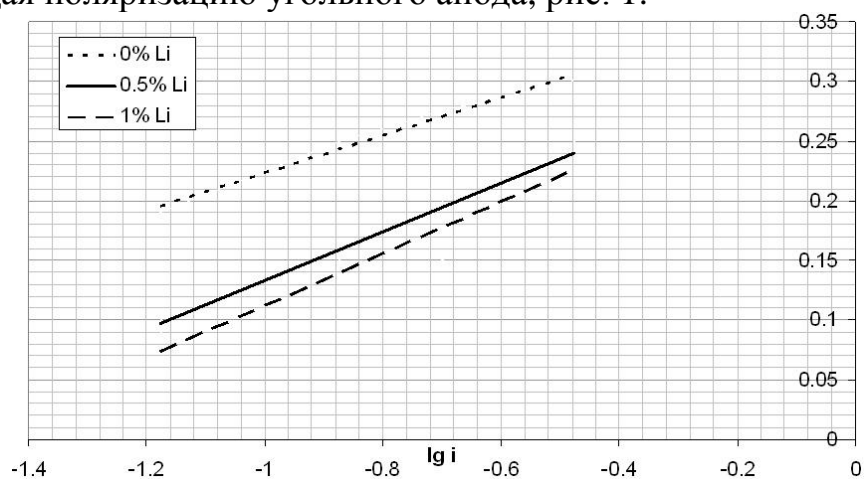
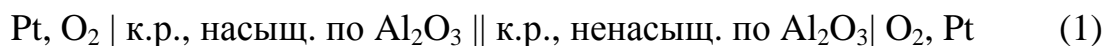


Рис. 1. График зависимости η_a от $\lg i$ по данным первого опыта

Из рис. 1 видно, что при промышленной плотности тока $0,75 \dots 0,85 \text{ А/см}^2$ поляризация угольного анода, легированного $0,5 \text{ \% Li}_2\text{CO}_3$, и $1\% \text{ Li}_2\text{CO}_3$, ниже чем у нелегированного анода, соответственно на 20 и 40 мВ. Все аноды в процессе электролиза работали без каких либо технологических нарушений. Полученные результаты подтверждают целесообразность введения карбоната лития в электролит через анодную массу. Для поддержания концентрации LiF в электролите на уровне $2 \dots 3 \text{ \%}$ концентрация карбоната лития в анодной массе должна быть $0,40 \dots 0,77 \text{ \%}$.

Второй недостаток может быть решен использованием активного оксида алюминия (АОА), полученного на кафедре МЛМ, который содержит $80 \dots 90 \text{ \% } \gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, является более пористым материалом с объемом пор $50 \dots 70 \text{ \%}$, удельной поверхностью $150 \dots 250 \text{ м}^2/\text{г}$.

Скорость растворения глинозема в исследуемом электролите определяли электрохимическим методом, измеряя после загрузки порции глинозема, изменение во времени ЭДС следующего концентрационного гальванического элемента:



Разность установившейся ЭДС до и после введения добавки глинозема (ΔE) по уравнению (2), говорит об отношении ионов кислорода в конечном и исходном расплавах, а скорость изменения ЭДС говорит о скорости растворения глинозема в электролите.

$$\Delta E = RT \ln (O_{\text{нас}}^- / O_{\text{не нас}}^-) / 2F \quad (2)$$

В шахтную печь устанавливали корундовый тигель, в который помещали графитовый стакан с асбестовой диафрагмой. В качестве электролита был взят расплав системы NaF-AlF_3 с криолитовым отношением 1,2. Температура процесса составила 780°C . Во внутренний тигель помещали 30 г электролита без глинозема. В корундовый тигель помещали 70 г насыщенного по глинозему электролита. Для измерения ЭДС в расплав опускали платиновые электроды. ЭДС гальванического элемента регистрировали с помощью двухкоординатного самописца. После загрузки во внутренний тигель порции глинозема проводили измерение ЭДС элемента (1). Эксперимент проводили до насыщения электролита глиноземом, когда ЭДС элемента (1) становилась равной нулю. Для определения скорости растворения глинозема строилась зависимость изменения ЭДС во времени (рис. 2).

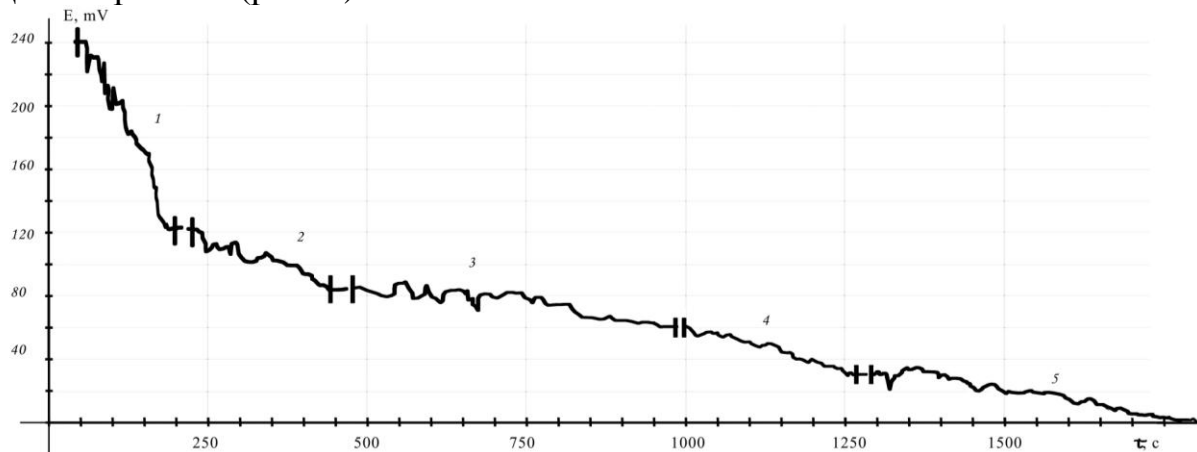


Рис. 2 Зависимость ЭДС от времени при периодических загрузках глинозема:
1 – загрузка 0,1 г АОА; 2 – загрузка 0,1 г АОА; 3 – загрузка 0,4 г промышленного глинозема;
4 – загрузка 0,2 г АОА; 5 – загрузка 0,2 г промышленного глинозема.

После обработки результатов эксперимента было установлено, что растворимость глинозема в расплаве при температуре 780 °С составляет 3,3 % вместо 15 % в промышленном электролите при 950 °С. В таблице приведены скорости растворения активного оксида алюминия, полученного на кафедре МЛМ, и скорости растворения промышленного глинозема.

№	Вид глинозема	$\Delta \tau$, мин	m_n , г	Скорость, г/(см ³ ·мин)
1	АОА	2,47	0,087	$2,35 \cdot 10^{-3}$
2	АОА	3,5	0,115	$2,19 \cdot 10^{-3}$
3	Промышленный глинозем	8,75	0,140	$1,45 \cdot 10^{-3}$
4	АОА	4,57	0,11	$1,63 \cdot 10^{-3}$
5	Промышленный глинозем	8,72	0,2	$1,05 \cdot 10^{-3}$

Как видно из таблицы, активный оксид алюминия имеет примерно в 1,5 раза большую скорость растворения, чем промышленный глинозем. Скорость растворения глинозема в электролите закономерно снижается по мере насыщения расплава глиноземом. Использование АОА и систем непрерывной подачи глинозема позволит проводить низкотемпературный электролиз алюминия в электролите с растворимостью глинозема на уровне 3 %.

Библиографический список

1. Liu Yexiang, Lai Yanqing, Yang Jianhong and J.Thonstad. On The Electrocatalysis of The Carbon Anode in Aluminum Electrolysis // Proceedings of 6th International Symposium on Molten Salt Chemistry and Technology. Shanghai. China. Oct. 2001. P. 16-27.

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ КАБИНЫ ЛИФТА

Носкова М.И., Денисенко В.И.

УрФУ

e-mail: kem_em@mail.ustu.ru; shechko@mail.ru

Надежность и простота конструкции, широкий диапазон плавного и экономичного регулирования частоты вращения и высокие энергетические показатели определили целесообразность разработки двигателя кабины лифта на базе вентильной машины.

В НПО «Автоматики» разработан вентильный двигатель кабины лифта обращенной конструкции, главной особенностью которого является ротор (рис. 1), охватывающий снаружи статор. В такой конструкции отсутствуют проблемы, связанные с креплением постоянных магнитов на роторе. Якорная обмотка размещена в пазах на поверхности статора (рис. 2). Напряжение питания обмоток двигателя формируется в зависимости от положения ротора. Если в двигателях постоянного тока для этой цели использовался коллектор, то в вентильном двигателе его функцию выполняет полупроводниковый коммутатор с датчиком положения ротора (ДПР).